

Institut für Physikalische Chemie
KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH
des Landes Nordrhein-Westfalen

Automatische Einrichtung zum Füllen
von Kühlfallen eines Massenspektrometers
mit flüssiger Luft

von
H. Ihle und U. Kurz

Jül - 66 - PC

September 1962

Als Manuskript gedruckt



Berichte der Kernforschungsanlage Jülich – Nr. 66

Institut für Physikalische Chemie Jülich – 66 – PC

Dok.: MASS SPECTROMETER - MERCURIAL DIFFUSION - AIR PUMPS

DK 621.384.8 : 533.563.1 : 533.24

Zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich,
Jülich, Bundesrepublik Deutschland

Automatische Einrichtung zum Füllen von Kühlfallen eines Massenspektrometers mit flüssiger Luft

H. Ihle und U. Kurz

**Arbeitsgruppe für Physikalische Chemie der KFA
im Institut für Physikalische Chemie der Universität Bonn.**

Es wird eine automatische Einrichtung zur Versorgung mehrerer Kühlfallen einer Hochvakuumanlage mit flüssiger Luft aus einem Vorratsbehälter beschrieben.

Die Einrichtung ermöglicht die Versorgung der Kühlfallen eines Massenspektrometers über lange Betriebsperioden.

Zur Durchführung von Messungen mit Massenspektrometern hoher Empfindlichkeit ist es erforderlich, das Hochvakuum in der Apparatur lange Zeit aufrecht zu erhalten und die Vakuumpumpen ununterbrochen zu betreiben. Bei Verwendung von Quecksilber-Diffusionspumpen muß die Versorgung der Kühlfallen mit Kühlmittel sichergestellt sein.

Es wurde eine Anlage zur Nachfüllung von flüssiger Luft für den Betrieb eines Massenspektrometers mit Festkörper-Ionenquelle (MS V der AEI, Manchester) konstruiert und gebaut.

Das Nachfüllen der Kühlfallen erfolgt automatisch mit Hilfe der beschriebenen Anlage, deren Schema in Abb.1 dargestellt ist. Mit gereinigter Preßluft werden in wählbaren Abständen aus einem 200 l - Vorrats-Dewar-Gefäß die 4 Kühlfallen des Massenspektrometers mit flüssiger Luft gefüllt. Hinter der letzten Kühlfalle befindet sich in einer geeigneten Anordnung ein Signalgeber, der bei Ueberlauf der flüssigen Luft den Füllvorgang abschaltet.

Die Vorgänge werden mit Hilfe von Magnetventilen gesteuert, die Anlage ist so gebaut, daß kein Ventil auf die Temperatur der flüssigen Luft abgekühlt wird.

Das Nachfüllen des 200 l - Vorrats-Dewar-Gefäßes ist mit Hilfe der Anlage auf einfache Weise möglich.

Durch eine Reihe von Sicherungs-Vorrichtungen sollen Störungen und Schäden an der Anlage verhindert werden.

Im folgenden werden die einzelnen Teile und Funktionen beschrieben.

Druckluftversorgung

Zum Betrieb der Anlage wird Druckluft mit einem Druck von 1 atü verwendet. Als störende Verunreinigung sind zu entfernen:

Oel

Wasserdampf

Kohlendioxyd

Dies geschieht mit Hilfe von zwei Gasreinigungstürmen, die gemäß Abb.2 mit Watte, getrocknetem Natronkalk und Silicagel (mit Feuchtigkeitsindikator) gefüllt sind und wahlweise benutzt werden können.

Die Türme haben eine Höhe von ca. 550 mm und einen lichten Durchmesser von ca. 80 mm. Sie sind aus je 3 Planschliffstutzen (Glas) aufgebaut und mit O-Ringen abgedichtet. Die Grund- und Deckplatten, welche die Gaszuführungen enthalten und zwischen denen sich die Glasstutzen befinden, werden mit Hilfe von je 4 Gewindestangen und Flügelmuttern gegeneinander gehalten.

Am Anfang, zwischen der Natronkalk- und Silicagelschicht und am Ende des Füllmaterials befinden sich Lochplatten, die die Aufgabe haben, durch Schaffung von Hohlräumen eine gleichmäßige Durchströmung des Gasreinigers sicherzustellen (siehe Abb.2).

Um eine Auflockerung des Füllmaterials im Turm bei plötzlicher Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit (z.B. bei Beginn eines Füllvorganges) zu vermeiden, strömt die Preßluft von oben nach unten durch den Turm.

Um die Türme leicht auswechselbar zu machen, sind sie mit Hilfe von leicht lösbaren Kupplungen NW 10 mit den entsprechenden Handabsperrventilen gemäß Abb.1 verbunden.

Der beschriebene Aufbau ermöglicht einen störungsfreien Betrieb sowie ein schnelles und einfaches Neufüllen der Türme.

Das Leitungssystem für flüssige Luft

Als Material für die Leitungen wurde wegen seiner geringen Wärmeleitfähigkeit Edelstahl verwendet. Um mechanische Spannungen im Rohrleitungssystem zwischen den Festpunkten beim Abkühlen der Leitungen zu vermeiden, wurden jeweils Edelstahlschlauchstücke zwischen die Rohre gesetzt. Alle Leitungen, die flüssige Luft führen, sind mit einer ca. 40 mm starken, außen wasserdichten Schaumstoffschicht thermisch isoliert.

Zwischen dem Vorrats-Dewar-Gefäß und der 1. Kühlfalle befindet sich eine Verzweigung in der Rohrleitung (Abb.1). Das abzweigende Rohr (Edelstahlschlauch) dient zum Nachfüllen des 200 l - Vorrats-Dewar-Gefäßes und ist bei normalem Betrieb an seinem Ende blind verschlossen.

Hinter dieser Verzweigung befindet sich in der Leitung zur ersten Kühlfalle eine Kupplung, die es ermöglicht, die Verbindung zwischen der ersten Kühlfalle und dem Vorrats-Dewar-Gefäß zu lösen, um gereinigte Druckluft (zum Ausblasen der Kühlfallen) einleiten zu können.

In den Leitungen zwischen den Kühlfallen sind T-Stücke eingesetzt, an die jeweils ein Magnetventil angeschlossen ist. Hinter der letzten Kühlfalle ist, ebenfalls in einer Verzweigung, eine absperrbare Druckluftleitung angeschlossen, die es nach Abflanschen des Signalgebers und Verschließen des freien Rohrendes gestattet, ebenfalls gereinigte Druckluft in die Kühlfallen einzuleiten.

Die Kühlfallen des Massenspektrometers haben zum Nachfüllen mit Kühlmittel einen waagerechten Eingang mit einem lichten Durchmesser von etwa 25 mm. Gemäß Abb.3 wurden die Rohre für Zu- und Ablauf des Kühlmittels zunächst hart in eine Edelstahlplatte eingelötet, die dann ihrerseits weich auf die Kühlfalle aufgelötet wurde.

Signalgeber

Der prinzipielle Aufbau des Signalgebers geht aus Abb.4 hervor. Er hat die Aufgabe, den Füllvorgang zu beenden, sobald alle Kühlfallen gefüllt sind und flüssige Luft aus der zuletzt gefüllten Kühlfalle austritt.

Um zu vermeiden, daß der Temperatur-Fühler (Thermistor) bereits auf die während des Füllvorganges durch den Signalgeber strömende kalte, gasförmige Luft anspricht, muß der Signalgeber zwischen gasförmiger und flüssiger Luft unterscheiden.

Der Signalgeber funktioniert folgendermaßen (siehe Abb.4): Durch die Oeffnung a tritt zunächst das kalte Gas ein und wird durch den kleinen Topf b nach oben abgelenkt. Durch das Rohr c wirkt diese Anordnung als Luftstrahlpumpe in der Art, daß durch den unteren Teil des Signalgebers Luft von Zimmertemperatur angesaugt wird. Während eines Füllvorganges tritt der Kaltluftstrom aus der Oeffnung d aus. Bei diesem Vorgang - der ca. 10 Minuten dauert - bleibt der untere Teil des Gerätes - in dem sich der Thermistor befindet - etwa auf Zimmertemperatur.

Tritt nun in a neben der kalten gasförmigen Luft auch flüssige Luft ein, so läuft die Flüssigkeit über den Rand des Gefäßes b nach unten, ein Teil der Flüssigkeit spritzt hoch, wird aber von dem Rohr c gesammelt und läuft ebenfalls nach unten ab. Nach etwa 10 bis 20 sec ist der Thermistor so weit abgekühlt, daß der Füllvorgang durch eine elektrische Schaltung abgeschaltet wird.

Die Rohre, in denen die Thermistoren angebracht sind, sind - wie auch die Leitung zum Sammel-Dewar-Gefäß - um etwa 10° gegen die Waagerechte geneigt, um nach dem Abtauen des Signalgebers das Abtropfen des kondensierten Wassers zu ermöglichen.

Die elektrische Schaltung des Thermistor-Abschalters ist in Abb.5 dargestellt. Durch die Abkühlung des Thermistors wird

eine Widerstandsbrücke so verstimmt, daß mit Hilfe zweier Transistoren ein Relais zum Ansprechen gebracht wird. Dieses Relais schaltet den Nachfüllvorgang ab.

Um die Betriebssicherheit der Anordnung zu erhöhen, wurde ein zweiter, vom ersten Kreis unabhängiger Thermistorabschalter mit einem eigenen Thermistor hinter den ersten Abschalter geschaltet, sodaß einer der beiden Thermistoren den Füllvorgang abschaltet. Mit Hilfe von Kontrollschaltern ist es möglich, die Abschaltung des Füllvorganges von einem der beiden Abschalter nach Wahl vornehmen zu lassen, sodaß sie auf einfache Weise kontrolliert werden können. Während des Abschaltvorgangs wird durch Glimmlampen angezeigt, welcher Thermistor anspricht. Bei Ausfall der Netzspannung reagiert die Schaltung so, daß der Füllvorgang unterbrochen wird.

Schaltung zur Steuerung der Magnetventile

Um die Steuerung der Anlage für die verschiedenen Vorgänge (automatisches Nachfüllen der Kühlfallen, Nachfüllen der Kühlfallen von Hand, Nachtanken des 200 l- Vorrats-Dewar-Gefäßes) möglichst einfach einzurichten, wurde eine Schütz-Schaltung gebaut, die es ermöglicht, durch Betätigung jeweils nur eines Schalters oder Drucktasters die erforderlichen Magnetventile zu bedienen. Es wurden einfache Luft-Schütze verwendet. Außer mit Hilfe der gruppenweisen Betätigung der Magnetventile durch die Schütz-Schaltung ist es möglich, von der zugehörigen Schalttafel aus jedes Magnetventil einzeln zu betätigen.

Der Füllvorgang wird durch eine Schaltuhr eingeleitet. Diese schließt zu einem vorgegebenen Zeitpunkt für eine vorgegebene Dauer einen Kontakt, der anschließend wieder geöffnet wird. Die Schaltzeiten können von 20 zu 20 min eingestellt werden. Näheres über die Funktion der Schaltung ist unter "Funktion der Anlage" angegeben.

Das Prinzipschaltbild ist aus Abb.6 ersichtlich.

Betriebsbeschreibung

Automatischer Füllvorgang:

Vor Beginn des automatischen Nachfüllvorganges - der alle 6 Stunden stattfindet - müssen folgende Voraussetzungen gegeben sein:

- 1) Vorhandensein der Netzspannung von 220 V,
- 2) die Nachfüllautomatik muß eingeschaltet sein,
- 3) Preßluft von etwa 1 atü muß zur Verfügung stehen,
- 4) das Vorrats-Dewar-Gefäß muß angeschlossen und das Umtankrohr (Abb.1/8) verschlossen sein,
- 5) der Druck im Trennrohr des Massenspektrometers muß kleiner als 10^{-4} Torr sein.

Beim Fehlen einer oder mehrerer dieser Voraussetzungen setzt die automatische Füllung der Kühlfallen nicht ein.

Im Ruhezustand sind die Magnetventile I und III geschlossen, die Magnetventile II, IV, V, VI offen.

Schließt jetzt die Schaltuhr ihren Kontakt, so wird der Füllvorgang - falls die Schalter b1, b2, U1, b3, b4 oder b5 in der richtigen Stellung sind - eingeleitet. Mit Hilfe von Schütz d2 werden die Magnetventile II, IV, V, VI geschlossen und das Magnetventil I wird geöffnet. Durch das Magnetventil I strömt Preßluft in das 200 l- Vorrats-Dewar-Gefäß, welche die flüssige Luft zunächst in die erste Kühlfalle drückt. Nachdem diese gefüllt ist, läuft die flüssige Luft in die nächste Kühlfalle über und so fort, bis die flüssige Luft nach der Füllung der letzten Kühlfalle durch den Signalgeber fließt und die Abschaltung auslöst.

Während dieser Zeit sind die Magnetventile IV, V, VI geschlossen, da sonst ein Teil der Flüssigkeit durch sie austreten würde.

Gibt der Signalgeber an die Schaltung das Signal zum Abschalten des Füllvorganges, so unterbricht der Thermistorabschalter die

Speisespannung für Schütz d 2, sodaß dieser Magnetventil I schließt und Magnetventil II öffnet. Die Magnetventile IV, V und VI bleiben mit Hilfe des Kontaktes P 1 und des Schützes d 5 so lange geschlossen, bis der Ueberdruck aus dem 200 l - Dewar-Gefäß bis auf 0,05 atü abgesunken ist. Schütz d 5 öffnet das Magnetventil III für diese Zeitspanne. Es ist notwendig, die Magnetventile IV, V und VI für kurze Zeit geschlossen zu halten, da - infolge des erst langsam durch die Magnetventile II und III aus dem Vorrats-Dewar-Gefäß entweichenden Ueberdrucks - der Nachfüllvorgang nicht sofort unterbrochen wird, sondern zunächst noch flüssige Luft in die Kühlfallen nachläuft. Die überschüssige flüssige Luft läuft bei geschlossenen Ventilen IV, V und VI in das dafür bereitgestellte Dewar-Gefäß.

Das Magnetventil III dient als zusätzliches Entlüftungsventil für das Vorrats-Dewar-Gefäß; es wird nach dem Absinken des Ueberdruckes im Vorrats-Dewar-Gefäß geschlossen. Zu diesem Zeitpunkt werden die Magnetventile IV, V und VI wieder geöffnet. Die normale Entlüftung des 200 l - Dewar-Gefäßes geschieht dann mit dem im stromlosen Zustand offenen Magnetventil II.

Nach der an der Schaltuhr eingestellten maximalen Füllzeit öffnet die Schaltuhr ihren Kontakt. Damit ist die Anlage für einen neuen automatischen Füllvorgang bereit.

Füllvorgang von Hand:

Beim Nachfüllen der Kühlfallen von Hand läuft im wesentlichen der gleiche Vorgang wie beim automatischen Nachfüllen ab.

Das Ein- und Ausschalten des Füllvorganges geschieht jetzt mit Hilfe der Drucktasten b6 und b7, die Magnetventile werden nun vom Schütz d 4 gesteuert.

Nach dem Abschalten des Füllvorganges geschieht dasselbe wie bei automatischer Abschaltung durch den Thermistor-Abschalter.

Nachtanken des 200 l - Vorrats-Dewar-Gefäßes

Das Nachfüllen des Vorratsgefäßes geschieht über das in Abb.1/8 angedeutete Umtankrohr mit Hilfe gereinigter Preßluft.

Der Flansch am Vorrats-Dewar-Gefäß wird zum Abblasen der beim Umtanken entstehenden gasförmigen Luft geöffnet, der Signalgeber abgeflanscht und die dadurch entstandene Oeffnung blind verschlossen. Weiter werden durch die Betätigung des Schalters b 2 (siehe Abb.6) die Entlüftungs-Magnetventile IV, V und VI an den Kühlfallen geschlossen. Dann wird nach Abschrauben der Verschlusskappe das Umtankrohr in ein 25 l - Transport-Dewar-Gefäß eingeführt und auf den Innenraum des Transportgefäßes mit Hilfe der gereinigten Preßluft ein Druck von max. 1 atü gegeben. Die Flüssigkeit wird dadurch aus dem Transport-Dewar-Gefäß in den Vorratsbehälter gedrückt.

Der andere Teil der Anlage (Kühlfallen) ist nach außen abgesperrt, sodaß sich dort ein Ueberdruck einstellt. Die Leitungen für flüssige Luft sind so verlegt, daß beim Nachtanken des 200 l - Vorrats-Dewar-Gefäßes keine flüssige Luft in die Rohrleitungen läuft, welche die Kühlfallen verbinden.

Nach dem Ende des Umtankvorganges wird das Umtankrohr wieder verschlossen, der Signalgeber angeflanscht und die Nachfüllautomatik durch den Schalter b 2 wieder eingeschaltet.

Kontrolleinrichtungen

1. Preßluftversorgung

Zur Ueberwachung der Gasreinigungstürme befinden sich in der Leitung zwischen den Gasreinigungstürmen und dem Vorrats-Dewar-Gefäß ein Manometer und ein Strömungsmesser. Mit Hilfe dieser Instrumente kann man feststellen, ob die Gasreinigungstürme den erforderlichen geringen Strömungswiderstand aufweisen.

2. 200 l - Vorrats-Dewar-Gefäß

Die vorrätige Menge an flüssiger Luft im Vorratsgefäß wird mit Hilfe einer unter dem Dewar-Gefäß angebrachten Waage gemessen.

3. Füllvorgänge

Die Zahl der (von der Schaltuhr eingeschalteten) automatischen Füllvorgänge wird durch ein Zählwerk gezählt. Weiter wird jeder durch die Thermistor-Abschalter abgeschaltete Füllvorgang durch ein zweites Zählwerk gezählt. Dadurch ist stets feststellbar, ob alle in einer bestimmten Zeit fälligen Füllvorgänge ordnungsgemäß abgelaufen sind.

4. Signalgeber

Zur Kontrolle der Thermistor-Abschalter dienen zwei Schalter, die jeweils einen Abschalter außer Funktion setzen (d.h. die Kontakte des Relais kurz schließen, welches die Abschaltung besorgt). Dann kann der automatische Nachfüllvorgang nur durch den zu prüfenden Abschalter beendet werden (siehe Abb.6, Schalter b 4 und b 5). Bei Betätigung beider Test-Schalter wird der Nachfüllvorgang unterbrochen.

Sicherheitseinrichtungen

Um die Betriebssicherheit der Anlage zu erhöhen wurden eine Anzahl Sicherheitseinrichtungen in die Anlage eingebaut. Es wurde eine Reihe von Störungen in Betracht gezogen, die möglicherweise beim Betrieb der Anlage auftreten können:

1. Ausfall der Netzspannung

Beim Ausfall der Netzspannung sind die Magnetventile II bis VI geöffnet und das Magnetventil I ist geschlossen. Dies entspricht dem normalen Zustand der Anlage zwischen den Füllvorgängen. Fällt die Netzspannung während des Füllvorganges aus, so werden die Magnetventile so geöffnet bzw. geschlossen, wie es dem Ruhezustand entspricht.

2. Fehlbetätigungen der Schalter der zugehörigen Schalttafel
Bei Betätigung der Schalter, die andere Funktionen als das automatische Nachfüllen der Anlage einschalten (Nachtanken des 200 l - Dewar-Gefäßes, Füllen der Kühlfallen von Hand) ist der automatische Nachfüllvorgang gesperrt. Ebenfalls gesperrt ist der Nachfüllvorgang, wenn die beiden Kontrollschalter für die Thermistor-Sonden kurzgeschlossen werden.

3. Schutz der Anlage gegen Ueberdruck
Das Vorrats-Dewar-Gefäß für flüssige Luft wird mit Hilfe eines Kontakt-Manometers (Abb.6, P1 bzw.P2) und eines Schützes (Abb.6, Schütz d 5) vor einem Ueberdruck geschützt. Bei Erreichen dieses Druckpunktes wird das Magnetventil III geöffnet, welches den Innenraum des Gefäßes schnell entlastet. Der Druckpunkt, an dem dieser Schutz wirksam wird, liegt während eines Füllvorganges bei 0,95 atü, nach beendetem Füllvorgang bei 0,05 atü. Dies wird mit Hilfe eines Kontaktmanometers mit zwei Kontakten in der in Abb.6 angegebenen Schaltung erreicht. P 1 stellt den Kontakt bei 0,05 atü dar und P 2 den Kontakt, der bei 0,95 atü betätigt wird. Nach Beendigung des Füllvorganges wird der Kontakt P 1 wieder eingeschaltet und Schütz d 5 betätigt. Bis zum Abklingen des Ueberdruckes auf ca. 0,05 atü bleibt der Kontakt P 1 geschlossen. Dadurch wird eine Verzögerung in der Steuerung der Magnetventile erreicht.

Die Magnetventile, die der Entlüftung der Kühlfallen dienen (Magnetventil IV, V und VI) sind so ausgewählt, daß sie bei Drucken von ca. 10 atü nicht mehr schließen. Die Ventile sind so angeordnet, daß sie von eventuell in den Kühlfallen auftretendem Druck geöffnet werden.

4. Schutz gegen auslaufende flüssige Luft
Bei folgenden Fehlern an der Anlage wird ein unkontrolliertes Austreten von flüssiger Luft in das Laboratorium verhindert:
a) das Vorrats-Dewar-Gefäß ist nicht an das Massenspektrometer angeschlossen (Abb.1, 4, Kupplung),

- b) das Umtankrohr ist an seinem Ende nicht dicht verschlossen (Abb.1, 9, Verschlußkappe Umtankrohr),
- c) die Signalgeber funktionieren nicht.

Wenn der Fall a) oder b) bzw. beide Fälle eintreten, ist der Nachfüllvorgang gesperrt (Abb.6, U1 öffnet den zugehörigen Kontakt). Dies wird erreicht, indem die Steuerungspannung für ein Relais (24 V=) über die Kappe des Umtankrohres (Abb.1, 9) und über die Kupplung, die den Vorratsbehälter mit den Kühlfallen verbindet (Abb.1, 4), geführt wird.

Bei nicht funktionierender Abschaltung des Füllvorganges durch die Thermistor-Abschalter erfolgt eine Unterbrechung des Füllvorganges nach einer an der Schaltuhr einstellbaren maximalen Nachfüllzeit. Der Kontrollzähler registriert diesen Vorgang.

5. Vakuum-Sicherung

Mit Hilfe eines Penning-Vakuummeters wird bei Ansteigen des Druckes im Massenspektrometer über 10^{-4} Torr automatisch irreversibel die Heizung aller Diffusionspumpen und die Nachfüllung flüssiger Luft unterbrochen.

Die beschriebene Anlage ist seit einem Jahr störungsfrei in Betrieb.

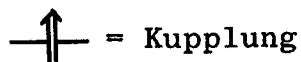
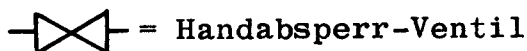
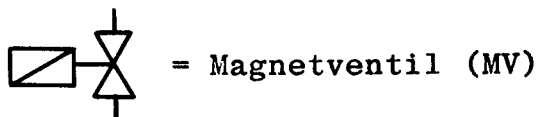
Datenblatt

Dauer eines normalen Nachfüllvorganges	ca. 15 min
Druck der Preßluft im Vorrats-Dewar-Gefäß während des Nachfüllvorganges	0,8 - 0,9 atü
Standzeit eines Gasreinigungsturmes	ca. 7 Tage
Verbrauch an Kühlmittel pro Füllung	6 kg
Zahl der Nachfüllvorgänge	4 pro 24 Std.
Gesamtdauer des Nachtankens von 25 l - Kühlmittel aus einem Transport-Dewar- Gefäß in den Vorrats-Behälter	20 min
Ueberlauf an flüssiger Luft in das Sammel-Dewar-Gefäß insgesamt bei einem Füllvorgang	ca. 0,1 l

zu Abb. 1

- 1) Gasreinigungsturm
- 2) 200 l-Dewar-Gefäß
- 3) Waage zur Bestimmung des Inhalts im 200 l -Dewar-Gefäß
- 4) Kupplung zum wahlweisen Anschließen der Leitung A oder B an die Leitung C
- 5) Kühlfalle
- 6) Signalgeber (Thermistor)
- 7) Sammel-Dewar-Gefäß für den Ueberlauf
- 8) Umtankrohr für das Nachfüllen des 200 l -Dewar-Gefäßes aus 25 l - Transportgefäßen
- 9) Verschlußklappe des Umtankrohres
- 10) Ventil zum Einfüllen von flüssiger Luft in das 200 l - Dewar-Gefäß mit Druckluft
- 11) Kontakt-Manometer
- 12) Kontroll-Manometer

Zeichenerklärung:



Magnetventile I und III sind normal geschlossen

Magnetventile II, IV, V und VI sind normal offen

zu Abb.6

Die Kontaktstellungen in Abb.6 entsprechen dem stromlosen Zustand der Steuerung. Die Schalter b 2 und b 3 sind in der Stellung "Nachfüllautomatik eingeschaltet" gezeichnet.

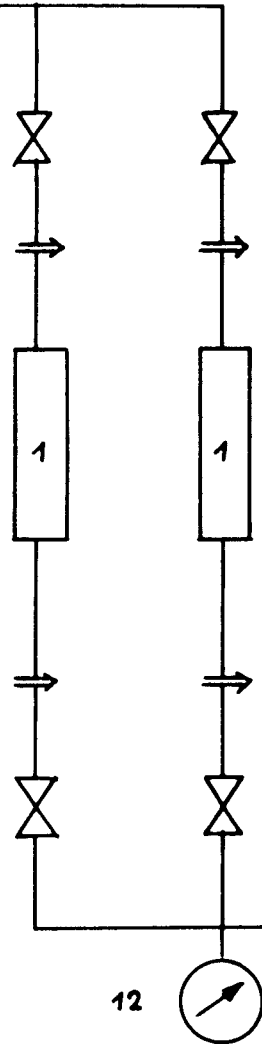
b	Schalter oder Drucktaster
d	Schaltschütze oder deren Kontakte
c	Sicherungen
P	Kontakt-Manometer
U	Steuereinheiten
b 1	Hauptschalter für die Nachfüllanlage
b 2	a) schaltet die Steuerung vom automatischen Nachfüllen der Kühlfallen auf b) Nachfüllen des Vorrats-Dewar-Gefäßes
b 3	a) Nachfüllen der Kühlfallen automatisch b) Nachfüllen der Kühlfallen von Hand
b 4 und b 5	Kontrollschalter, dienen zur Kontrolle der Thermistor-Abschalter
b 6 und b 7	Drucktaster zum Ein- und Ausschalten des Nachfüllvorganges von Hand
b 9 bis b 12	Umschalter. Mit diesen Schaltern kann die elektrische Versorgung eines Magnetventils von der automatischen Steuerung abgetrennt werden.
b 14 bis b 19	Mit Hilfe der Schalter können dann die einzelnen Magnetventile beliebig geöffnet oder geschlossen werden.
d 1	dient als Wiedereinschaltsperr für den automatischen Nachfüllvorgang
d 2	steuert die Magnetventile beim automatischen Nachfüllvorgang
d 4	steuert die Magnetventile beim Nachfüllen von Hand
e 1	Hauptsicherung
P 1, P2	Kontakt-Manometer am Vorrats-Dewar-Gefäß (mit 2 von einander unabhängigen Kontakteinrichtungen)

zu Abb.6

- U 1 Sicherheitsschalter, öffnet bei nicht an das
 Massenspektrometer angeschlossenem Vorrats-Dewar-
 Gefäß den zugehörigen Kontakt
- U 2 Schaltuhr, die den Nachfüllvorgang einleitet
- U 3 und U 4 Thermistor-Abschalter, die bei beendetem Füllvor-
 gang ansprechen und die Steuerspannung für
 Schütz d2 unterbrechen.

Druckluftreinigung

Druckluft, 1 atü



Einfüll- und Umtankanlage

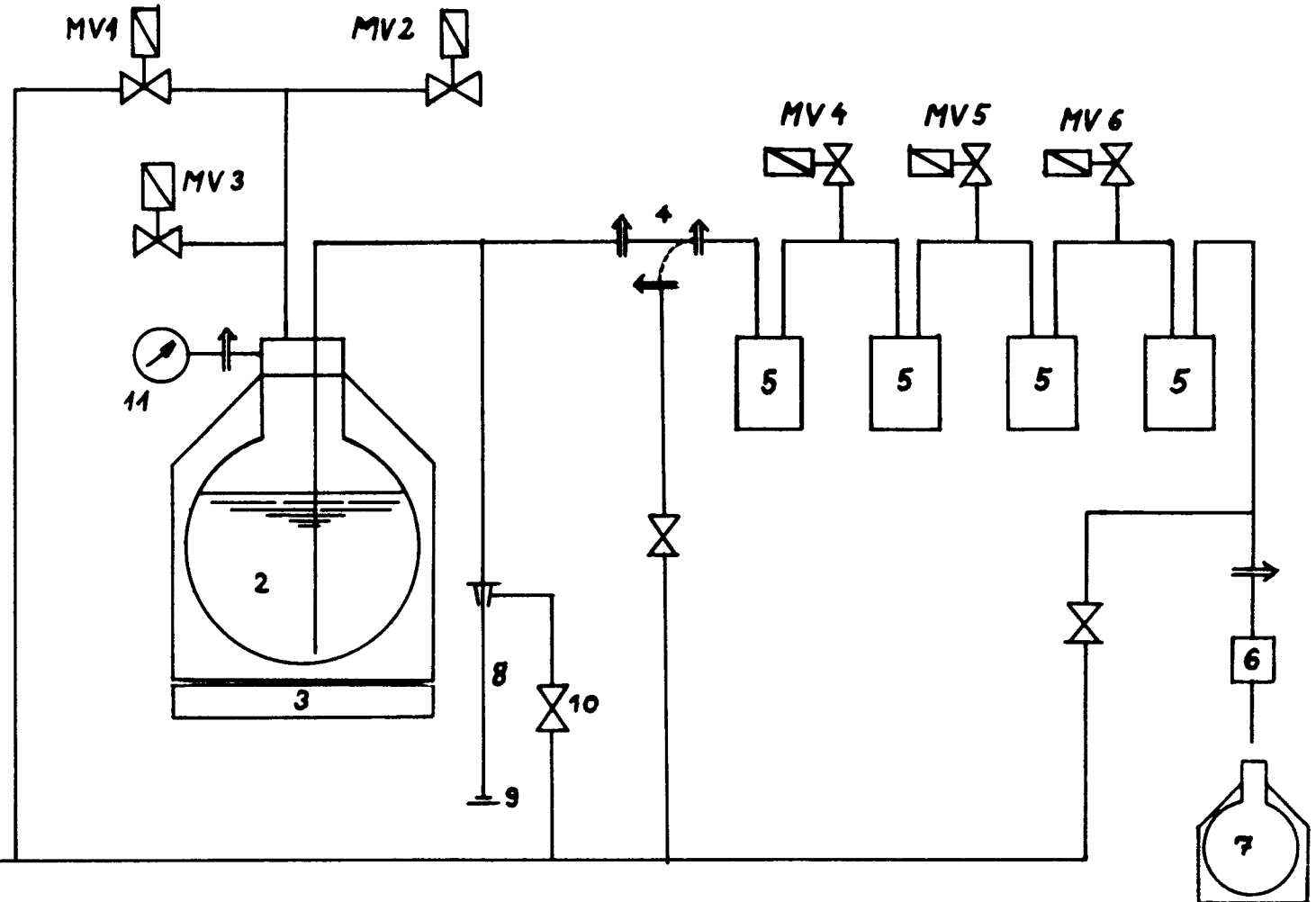


Abb1 Schema der automatischen Luftnachfüllanlage

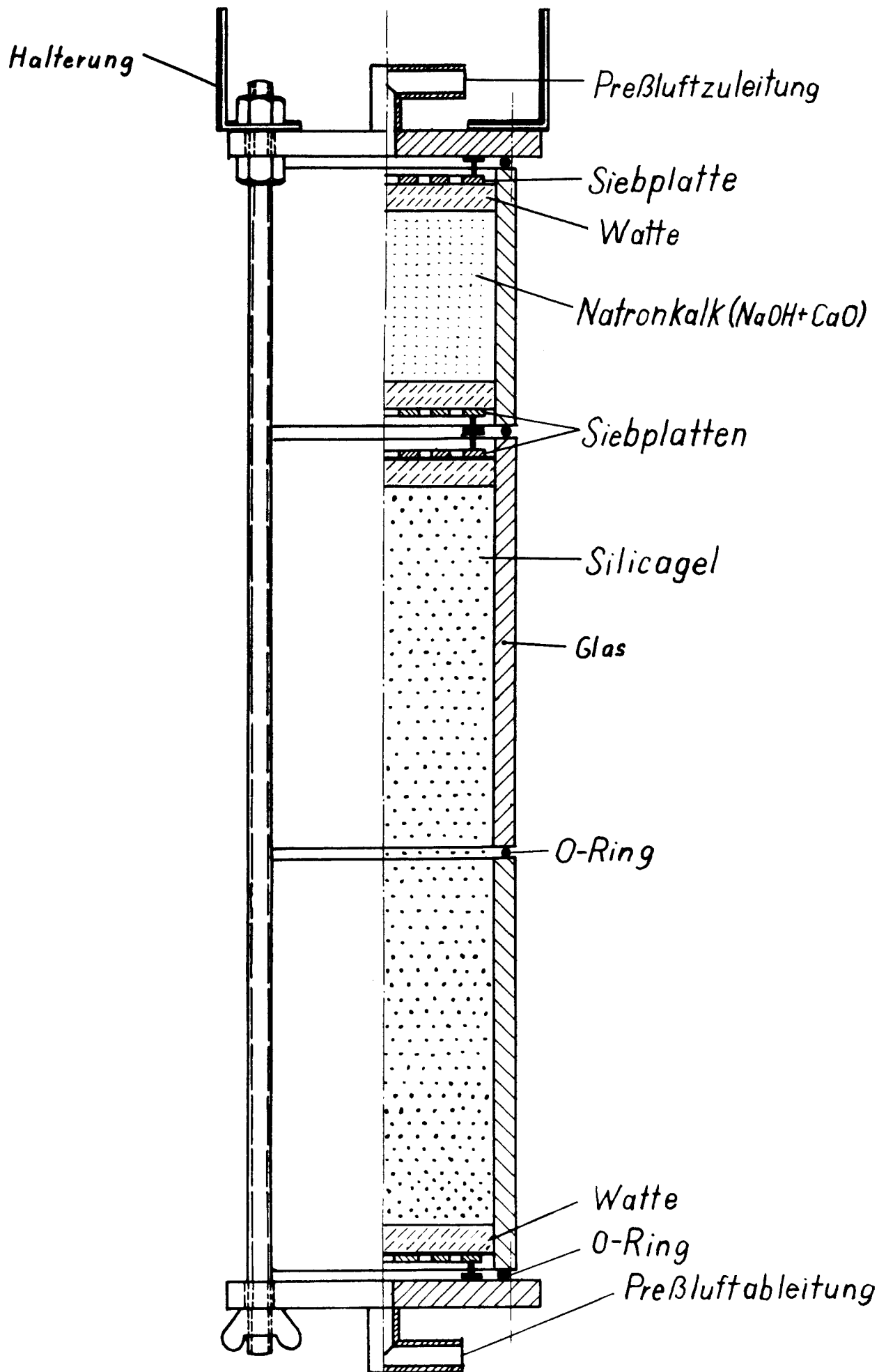


Abb 2 Gasreinigungsturm M 1:2

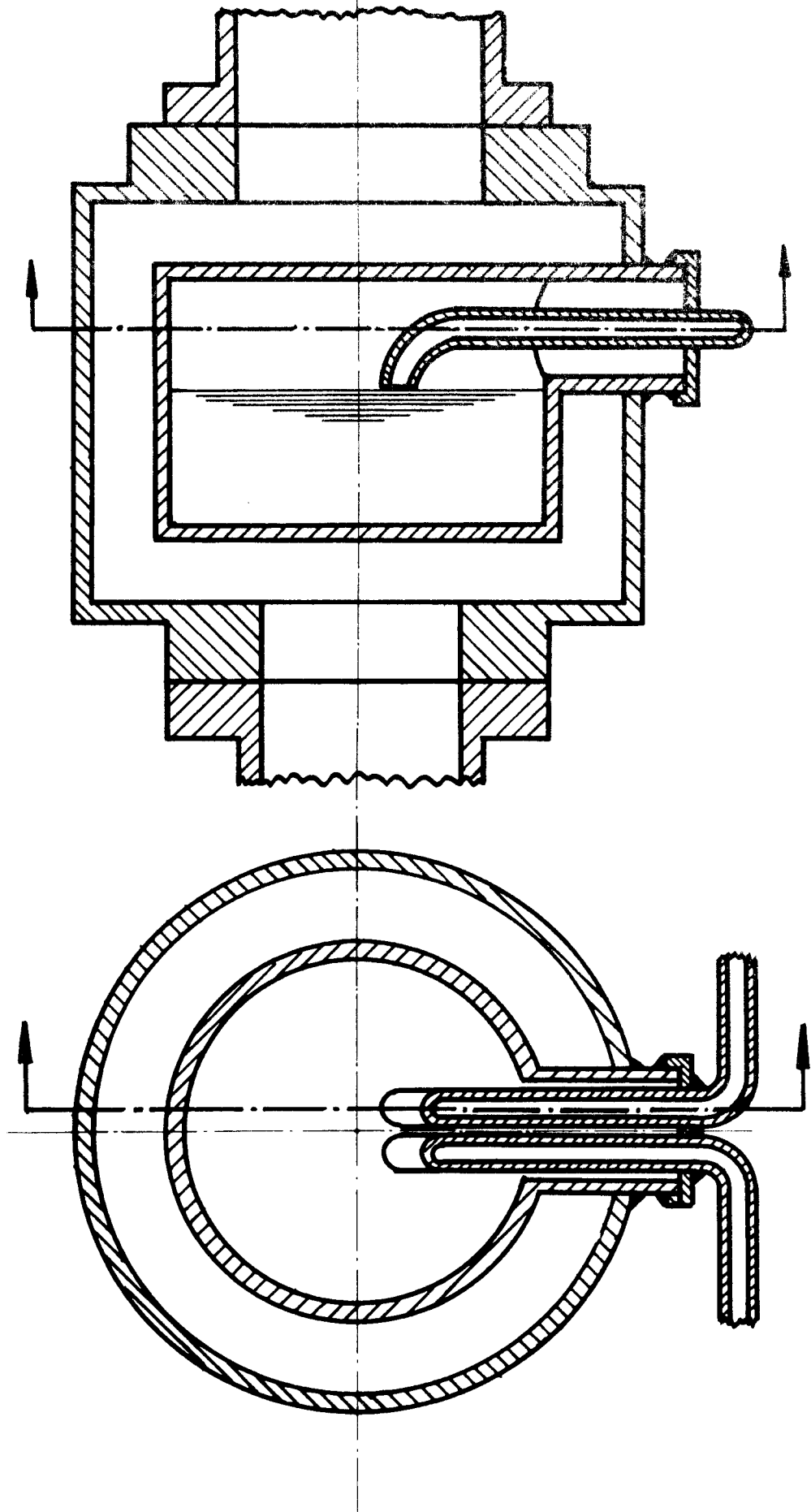


Abb 3 Schema der Einspeisung
in die Kühlfalle.

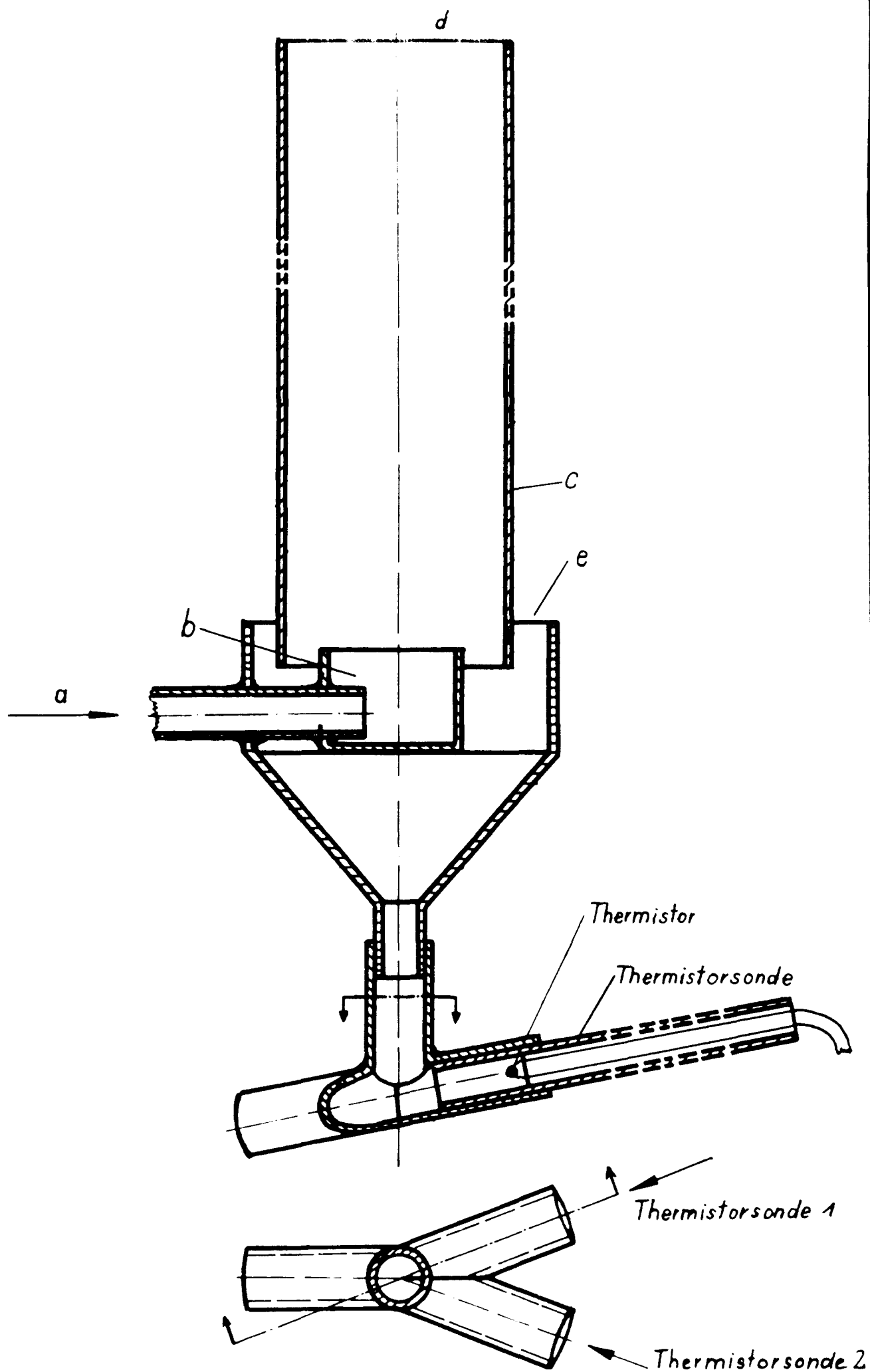


Abb. 4 Signalgeber M 1:1

R_1 bis R_4 : Widerstände.

R_5 : Thermistor.

C_1 bis C_4 : Elektrolyt-Kondensatoren.

T_1 und T_2 : Transistoren.

R_A : Abschaltrelais.

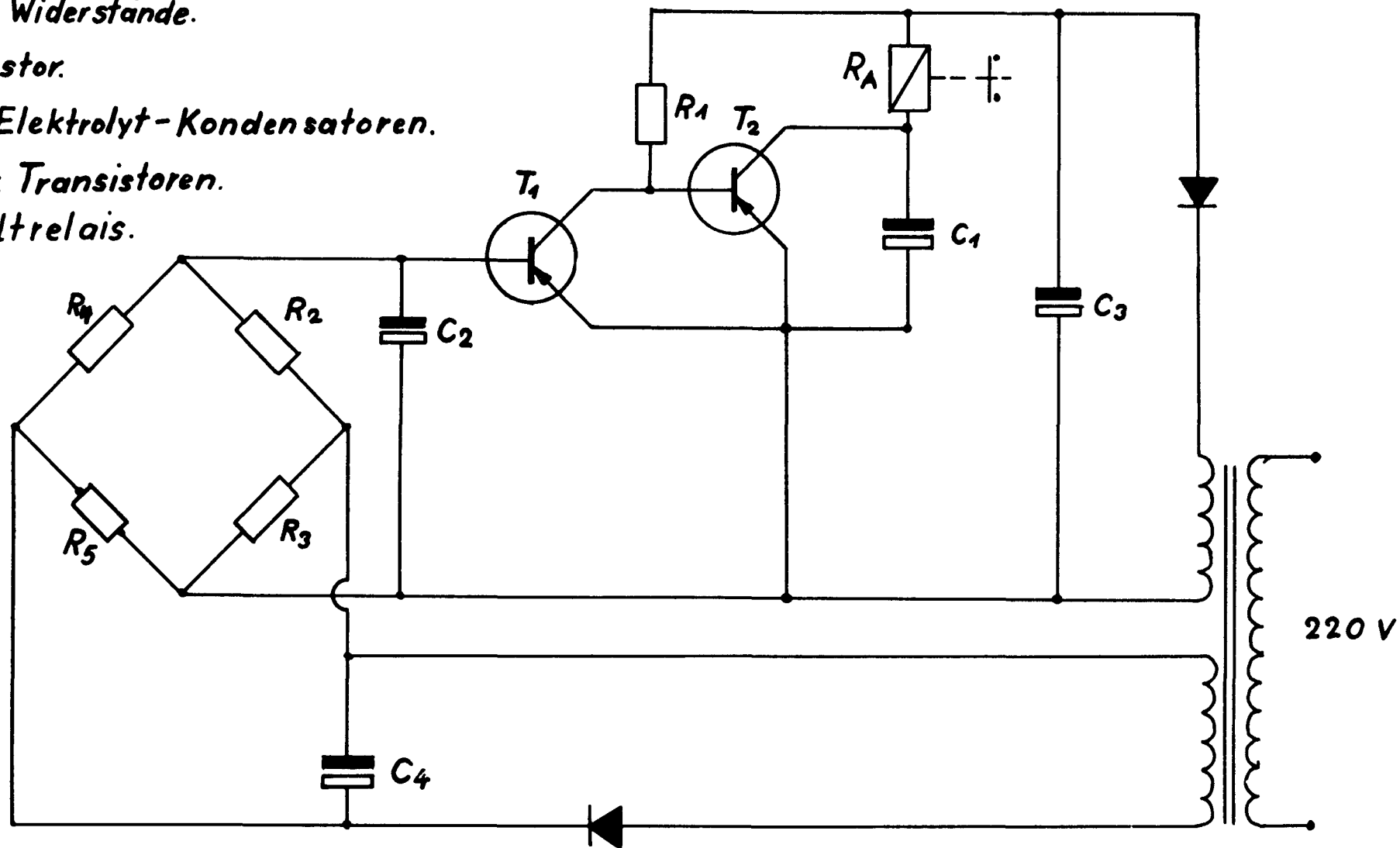


Abb. 5 Schaltschema Thermistorabschalter

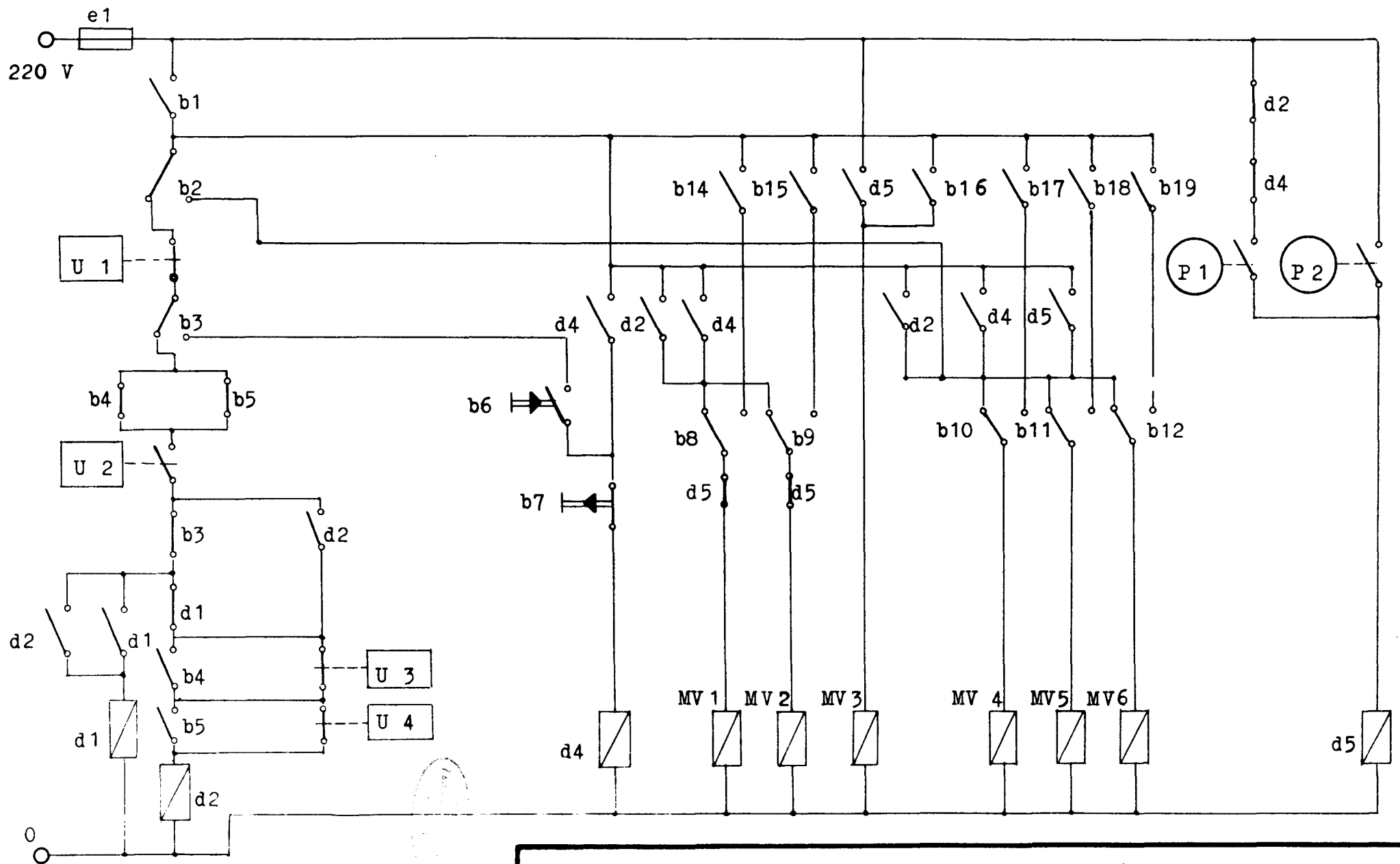


Abb.6 Schema der Steuerung der Luftnachfüllanlage